

Escola Secundária Morgado Mateus

Física e Química A

“Energia Eléctrica fornecida por um painel fotovoltaico”



Nome: Francisco Manuel Silvano Flórido e Cubal, nº16 – 10º A

Professora: Alcinda Anacleto

Ano lectivo 2008/2009

## Índice

### I-Relatório

1) Sumário .....	3
2) Objectivos .....	4
3) Introdução Teórica .....	5/6
4) Planeamento e Execução .....	7
5) Resultados obtidos .....	8
6) Análise dos Resultados .....	9

### II-Questões

1) Questões pré-laboratoriais e pós-laboratoriais .....	10
2) Resposta às questões apresentadas .....	11/12

Conclusão .....	13
-----------------	----

Bibliografia .....	14
--------------------	----

## Sumário

Nesta experiência efectuou-se o estudo do rendimento de um painel fotovoltaico, estudando os factores que poderão influenciar o mesmo, tais como: resistência exterior ao painel e a posição do painel.

Observou-se que o rendimento era máximo quando a inclinação era de  $0^\circ$ , que a potência atingiu o valor máximo de  $0,0184 \text{ W}$  para a resistência de  $34,8\Omega$ .

## Objectivos

Os objectivos desta actividade prática são: estudar a influência da resistência do circuito exterior na potência eléctrica fornecida pelo painel fotovoltaico, mantendo as mesmas condições de iluminação; estudar as consequências da variação da intensidade recebida pelo painel fotovoltaico; estudar a influência da inclinação do painel fotovoltaico para atingir a potência máxima, mantendo a resistência fixa e as condições de iluminação; saber manusear o material preciso para esta actividade prática laboratorial; respeitar as normas de segurança no laboratório.

## Introdução Teórica

O aproveitamento da energia solar na produção da corrente eléctrica exige equipamentos adequados. É o caso do painel fotovoltaico (fig.1) que transforma a radiação solar, directamente, em electricidade. Isto porque se obtém uma diferença de potencial (U) entre os pólos do painel.



Fig.1 – O painel fotovoltaico é uma associação de células fotovoltaicas.

É possível dimensionar os painéis fotovoltaicos de tal modo que possam fornecer electricidade a um conjunto de electrodomésticos. Para isso, é necessário ter em consideração a potência média solar recebida por unidade de superfície terrestre durante o dia e a potência a debitar.

Na experiência que se segue, **um reóstato simulará o conjunto de electrodomésticos**. O reóstato é um dispositivo que permite variar a resistência exterior do circuito eléctrico que optimiza o rendimento do painel fotovoltaico.

A resistência (R) depende:

- da diferença de potencial (U) nos terminais do painel fotovoltaico;
- da intensidade da corrente (I) que percorre o circuito.

A expressão matemática que traduz a relação entre R, U e I é:

$$R = \frac{U}{I}$$

A unidade SI de resistência é o ohm.

$$1 \Omega = 1 \text{ VA}^{-1} \quad (\text{1 ohm é igual a 1 volt por ampere})$$

Pode determinar-se a potência eléctrica máxima fornecida pelo painel fotovoltaico.

A potência eléctrica é a rapidez com que a energia é transferida do painel para o circuito exterior. Exprime-se em watts (W).

A potência pode calcular-se através das expressões matemáticas seguintes:

$$E = P \times \Delta t \quad \text{ou} \quad P = \frac{E}{\Delta t}$$

em que:

*E* = energia eléctrica transferida do painel para o circuito

*P* = potência eléctrica

*Δt* = intervalo de tempo de funcionamento

No circuito eléctrico, a potência eléctrica (*P*) depende:

- da diferença de potencial nos terminais do painel fotovoltaico;
- da intensidade da corrente que percorre o circuito.

A expressão matemática que traduz a relação é:

$$P = UI$$

A combinação de  $R = \frac{U}{I}$  com  $P = UI$  permite obter as expressões matemáticas:

$$P = I^2 R \quad \text{e} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

## Planeamento e Execução

### Material e Equipamento:

- Painel Fotovoltaico.
- Resistência variável.
- Amperímetro.
- Voltímetro .
- Candeeiro com lâmpada de incandescência.
- Fios de ligação e interruptor.

### Esquema de Montagem:

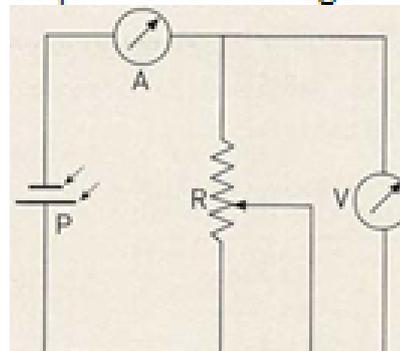


Fig. 7 - P - painel fotovoltaico, V - voltímetro, A - amperímetro, R - reóstato.

Aparelho de medida	Alcance	Sensibilidade	Incerteza associada
Amperímetro	0,05 A -> 50 mA	1mA	0,5
Voltímetro	3V	0,1V	0,05

### Procedimento:

Esta actividade prática laboratorial foi executada em duas partes.

Na primeira parte, colocamos o candeeiro, que têm uma lâmpada de incandescência, a uma distância aproximada de quarenta centímetros (40 cm) na perpendicular em relação ao painel fotovoltaico, tendo o cuidado de não aproximar demasiado o candeeiro do painel, podendo o candeeiro causar estragos no painel fotovoltaico quando ligado. Esta distância será mantida durante toda a experiência e a posição do candeeiro não se vai alterar. O primeiro passo que fizemos foi acender a luz do candeeiro, ficando este a iluminar o painel fotovoltaico. Fechámos o interruptor e colocámos o cursor do reóstato na posição correspondente à menor resistência do circuito. Efectuámos a leitura da intensidade da corrente ( $I$ ) e da diferença do potencial ( $U$ ). De seguida foi-se variando a resistência do circuito, deslocando, sucessivamente, o cursor do reóstato. Para cada posição desse cursor, efectuou-se leituras da intensidade da corrente e da diferença de potencial nos terminais do reóstato. Na segunda parte repetiu-se toda a sequência experimental, fazendo variar a inclinação do painel fotovoltaico, ficando posicionado durante toda esta etapa a fazer um ângulo de  $45^\circ$ , mantendo as mesmas condições iniciais ( a altura da lâmpada de incandescência em relação ao painel manteve-se constante – aproximadamente 40 cm).

## Resultados Obtidos

Primeira parte :

Diferença de Potencial (U)	Intensidade (I)	Resistência (R)	Potência (P)
0	0,0380	0	0
0,300	0,0360	8,33	0,0108
0,500	0,0320	15,6	0,0160
0,700	0,0260	26,9	0,0182
0,800	0,0230	34,8	0,0184
0,900	0,0180	50,0	0,0162
1,00	0,0140	71,4	0,0140
1,10	0,0110	100	0,0121



Segunda Parte:

Gráfico 1

Diferença de Potencial (U)	Intensidade (I)	Resistência (R)	Potência (P)
0	0,0250	0	0
0,300	0,0250	12,0	0,00750
0,500	0,0250	20,0	0,0125
0,600	0,0250	24,0	0,0150
0,700	0,0220	31,8	0,0154
0,800	0,0200	40,0	0,0160
0,900	0,0170	52,9	0,0153
1,00	0,0140	71,4	0,0140
1,10	0,0120	91,7	0,0132

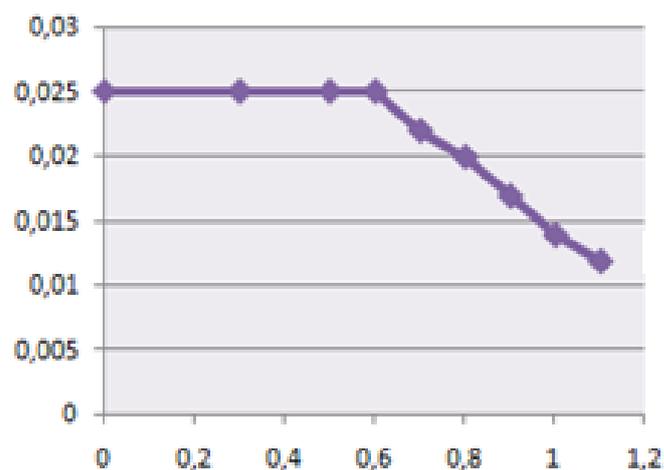


Gráfico 2

## Análise dos resultados

A partir da análise dos gráficos:

### Gráfico 1

A resistência exterior, de aproximadamente  $34,8 \Omega$ , otimiza o rendimento do painel fotovoltaico, que corresponde a uma potência de  $0,0184 \text{ W}$  quando o painel está perpendicular aos raios solares.

### Gráfico 2

A resistência exterior, de  $40,0 \Omega$ , otimiza o rendimento do painel fotovoltaico, que corresponde a uma potência máxima de  $0,0160 \text{ W}$ . ( da tabela de valores)

- Comparando os dois gráficos, pode-se concluir que, quando a incidência da radiação é perpendicular ao painel fotovoltaico ( quando a inclinação do painel é de  $0^\circ$ ), a potência máxima é maior.
- É de notar que a distância da lâmpada ao painel foi constante ( $\approx 40 \text{ cm}$ ).
- Depois de se obter o valor máximo de potência em ambas as situações, ao aumentar a resistência exterior a potência diminui.

## Questões

### Questões pré-laboratoriais

- 1) Por que se diz que um painel fotovoltaico é um gerador de energia eléctrica?
- 2) Indica vantagens e desvantagens do uso de painéis fotovoltaicos como geradores de corrente eléctrica.
- 3) Indica aplicações dos painéis fotovoltaicos.
- 4) O que se entende por insolação?

### Questões pós-laboratoriais

- 1) Qual a inclinação do painel fotovoltaico para que receba o máximo de radiação?
- 2) Para um dos gráficos obtidos indica o valor da resistência que otimiza o rendimento do painel fotovoltaico.
- 3) Supõe que pretendes instalar numa habitação painéis fotovoltaicos de modo a podes a funcionar um fogão eléctrico, de potência 2000 w e uma máquina de lavar de potência média 1000 W.  
Determina a área dos painéis fotovoltaicos a instalar, sabendo que cada painel utiliza a potência de 75 w de radiação solar por cada metro quadrado.

## Resposta às questões pré-laboratoriais e pós-laboratoriais

Resposta às questões pré-laboratoriais:

- 1) O painel fotovoltaico é um gerador de energia eléctrica porque transforma a energia luminosa (natural ou artificial) em energia eléctrica.
- 2) Vantagens:

**Alta fiabilidade** – não tem peças móveis, o que é muito útil em aplicações em locais isolados.

**A fácil portabilidade e adaptabilidade dos módulos** - permite montagens simples e adaptáveis a várias necessidades energéticas. Os sistemas podem ser dimensionados para aplicações de alguns miliwatts ou de kilowatts.

**O custo de operação é reduzido** - a manutenção é quase inexistente: não necessita combustível, transporte, nem trabalhadores altamente qualificados.

A tecnologia fotovoltaica apresenta **qualidades ecológicas** pois o produto final é não poluente, silencioso e não perturba o ambiente.

Desvantagens:

O fabrico dos módulos fotovoltaicos necessita tecnologia muito sofisticada necessitando de um **custo de investimento elevado**.

O **rendimento real de conversão** dum módulo é reduzido (o limite teórico máximo numa célula de silício cristalino é de 28%), face ao custo do investimento.

Os geradores fotovoltaicos **raramente são competitivos do ponto de vista económico**, face a outros tipos de geradores (e.g. geradores a gasóleo). A excepção restringe-se a casos onde existam, reduzidas necessidades de energia em locais isolados e/ou em situações de grande preocupação ambiental.

Quando é necessário proceder ao armazenamento de energia sob a forma química (baterias), o **custo do sistema fotovoltaico torna-se ainda mais elevado**.

3) Algumas das aplicações dos painéis fotovoltaicos:

- Electrificação de casas em locais isolados (meio rural);
- Bombagem de água;
- Sinalização (bóias marítimas, faróis, aeroportos, passagens de nível...);
- Sistemas de telecomunicações (TV, rádio, telefone);
- Dispositivos usados na dessalinização da água salgada);
- Alimentação de parquímetros;
- Aplicações de micro potência (relógios, máquinas de calcular, rádios portáteis, lanternas, etc.);
- Aplicações nocturnas ligadas à iluminação.

4) É a quantidade de energia máxima emitida pelo sol por cada metro quadrado num certo intervalo de tempo (é a potência por metro quadrado).

Resposta às questões pós-laboratoriais:

- 1) A inclinação do painel fotovoltaico deve ser de  $0^\circ$  para que receba o máximo de radiação.
- 2) Para o Gráfico I -> Resistência que otimiza o rendimento do painel fotovoltaico:  $34,8 \Omega$ .  
Para o Gráfico II -> Resistência que otimiza o rendimento do painel fotovoltaico:  $40,0 \Omega$ .
- 3)  $A = ?$

$$I = 75 \text{ w/m}^2$$

$$P_u = 2000 + 1000 = 3000 \text{ w}$$

$$I = \frac{P}{A}$$

$$75 = \frac{3000}{A} \Leftrightarrow A = 40 \text{ m}^2, \text{ para um rendimento do painel fotovoltaico de } 100\%.$$

## Conclusão

Com esta actividade pode-se concluir que o painel fotovoltaico pode funcionar como gerador, porque consegue transformar energia luminosa em energia eléctrica.

A potência do painel fotovoltaico vai depender da inclinação e da intensidade da luz que nele incide, obtendo-se um valor maior de potência máxima quando a inclinação é de 0°.

Os valores obtidos para a potência, poderão não ser muito rigorosos porque antes de iniciar as medições devia-se deixar fazer incidir a radiação durante um certo intervalo de tempo para estabilizar a temperatura uma vez que o funcionamento do painel fotovoltaico depende da temperatura. Ao passar à segunda experiência devia-se esperar um certo intervalo de tempo para que diminui-se a temperatura do painel.

## Bibliografia

CALDEIRA, Helena, BELLO, Adelaide, Ontem e Hoje – Física – Física e Química A 10º Ano, Porto Editora, Porto, 2008.

DANTAS, Maria, RAMALHO, Marta, Jogo de Partículas A – Caderno de Actividades Laboratoriais – Física e Química A – Bloco I – 10/11º ano, Texto Editores.

RODRIGUES, Maria, DIAS, Fernando, Física na nossa vida 10 – Caderno de Laboratório, Porto Editora, Porto, 2003, pp. 37 a 44.

### Internet:

[http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fprofs.ccems.pt%2FPauloPortugal%2FCFQ%2FALFQA10%2FRendimento\\_painel\\_fotovoltaico.pdf&ei=pV30SaSFkthHsAa65a2JIAQ&usg=AFQjCNFKzcn9L8x2UhwQTFBVycLSH6NiG&sig2=0oJZHgyOCpeOzN-aBerijQ](http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fprofs.ccems.pt%2FPauloPortugal%2FCFQ%2FALFQA10%2FRendimento_painel_fotovoltaico.pdf&ei=pV30SaSFkthHsAa65a2JIAQ&usg=AFQjCNFKzcn9L8x2UhwQTFBVycLSH6NiG&sig2=0oJZHgyOCpeOzN-aBerijQ)

[http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=4&url=http%3A%2F%2Fwww.prof2000.pt%2Fusers%2Fmrsd%2Ftrabalho\\_10\\_ano\\_de\\_escolaridade.htm&ei=pV30SaSFkthHsAa65a2JIAQ&usg=AFQjCNEUtlkfzCokWprvCyz\\_24Sv7qvTkw&sig2=BOMwNHX\\_MbMRxIUWd3CPkw](http://www.google.pt/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=4&url=http%3A%2F%2Fwww.prof2000.pt%2Fusers%2Fmrsd%2Ftrabalho_10_ano_de_escolaridade.htm&ei=pV30SaSFkthHsAa65a2JIAQ&usg=AFQjCNEUtlkfzCokWprvCyz_24Sv7qvTkw&sig2=BOMwNHX_MbMRxIUWd3CPkw)

<http://www.yupedia.tk>

<http://www.esas.pt/dce/dados/0405Estagio/APLEnergiaElectricaFornecidaPorUmPainelFotovoltaico1.doc>